

GEODETSKA ASTRONOMIJA

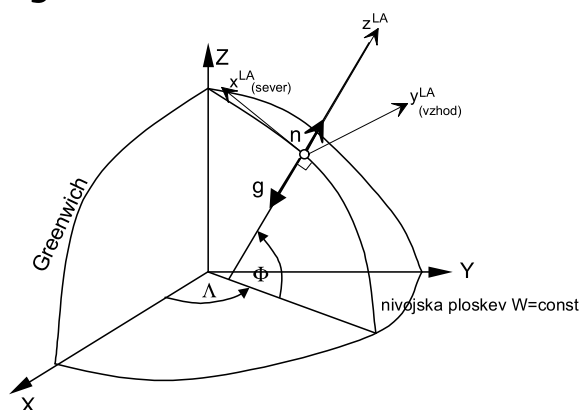
- Geodetska astronomija se ukvarja z preučevanjem metod določitve astron. geografske širine (Φ) in astron. geografske dolžine (Λ).
- Naloge geodetske astronomije:
 - astro-geodetska določitev oblike Zemlje, predvsem določitev komponent odklona navpičnice: $\xi = \Phi - \phi$, $\eta = (\Lambda - \lambda) \cos \phi$;
 - določitev položaja in orientacije geodetskih mrež na elipsoidu;
 - določitev višin točk s pomočjo trigonometričnega višinomerstva.

Nekoč še:

- vzpostavitev tridimenzionalnih geodetskih mrež (pred pojavom satelitskih metod);
- Določanje gibanja Zemljinih polov in neravnomernosti rotacije Zemlje kot planeta.
- Določanje smeri proti umetnim satelitom relativno na zvezde → pri satelitski in zvezdni triangulaciji.

Določitev astronomskih geogr. koordinat (1)

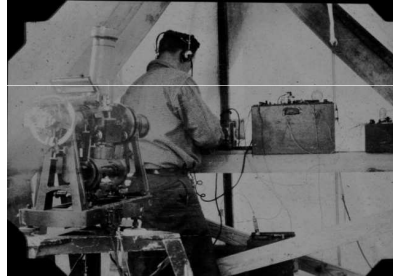
- Astronomske geografske koordinate:



- Astronomske geografske koordinate dajejo smer navpičnice v opazovališču. Za izvedbo astronomskih opazovanj niso potrebne nobene predpostavke o obliki in velikosti Zemlje. V tem smislu so astronomske določitve absolutne.

Določitev astronomskihi geogr. koordinat (2)

- Opazujemo zenitne razdalje in registriramo časovni trenutek opazovanj nebesnega telesa. Opazujemo samo Sonce in zvezde. Za potrebe astronomske navigacije (na morju) opazujemo lahko tudi Luno.
- Instrumenti: nekoč:



Določitev astronomskihi geogr. koordinat (3)

- Instrumenti danes:

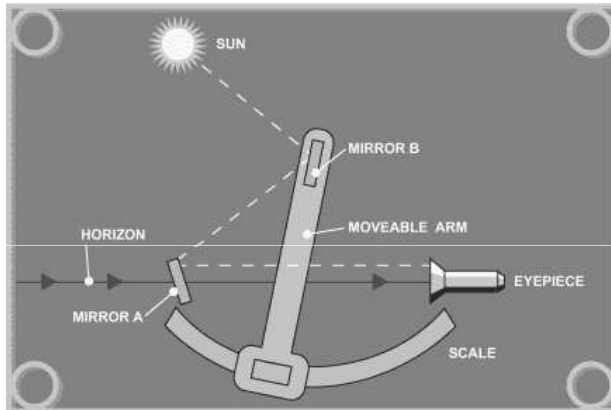


Zeiss Ni2 astrolab



Astronomska navigacija (1)

- Določitev položaja na morju. Opazujemo poleg zvezd in Sonca tudi Luno in planete.



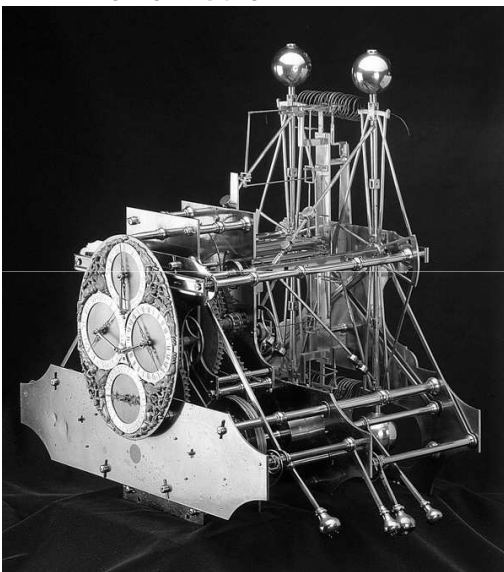
sekstant



The sextant.flv

Astronomska navigacija (2)

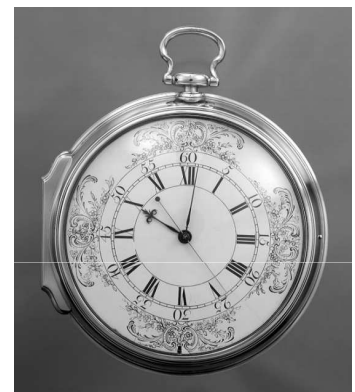
- Natančnost določitve geografskih koordinat se je zvišala s konstrukcijo "kronometrov".



H1, 1732 (ura Johna Harrisona)



kronometer, 1800



H4, 1759

SATELITSKA GEODEZIJA

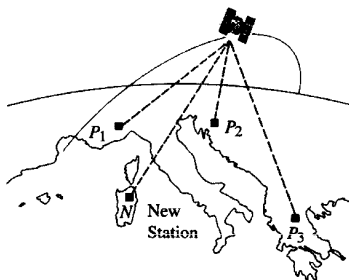
- Satelitska geodezija obsega postopke opazovanj i obdelavo teh opazovanj do in med umetnimi zemljini sateliti za potrebe reševanja osnovnih nalog geodezije.
- Naloge:
 - določitev parametrov in orientacije Zemljinega telesa (parametri splošnega Zemljinega eliposoida);
 - določitev globalnih, regionalnih in lokalnih tridimenzionalnih geodetskih mrež;
 - določitev parametrov Zemljinega težnostnega polja in njegovih linearnih funkcionalov (npr. koeficienti razvoja gravitacijskega potenciala v vrsto po sfernih funkcijah, globalni geoid);
 - določitev in iz vrednotenje geodinamičnih pojavov kot so na primer: parametri rotacije Zemlje, premiki tektonskih plošč.
 - določitev natančnih tirnic gibanja umetnih Zemljinih satelitov, ne gleda na to ali gre za navigacijske ali druge vrste satelitov.

Globalna (vesoljska) geodezija

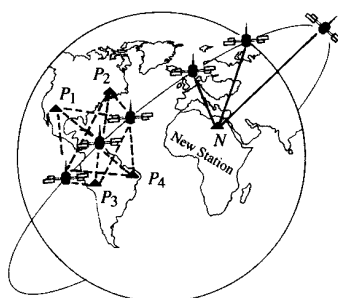
- Metode in tehnike:
 - klasična satelitska geodezija (umetni Zemljini sateliti).
 - Lasersko merjenje dolžin LLR, SLR.
 - GPS, Glonass, DORIS, GNSS.
 - VLBI, VLA.
- Zaradi uporabe celotnega vesolja za opazovanja in rezultatov, ki se nanašajo na Zemljo kot celoto, govorimo o "globalni" (vesoljski) geodeziji oz. "Space Geodesy", "Géodésie Spatiale", ali "Geodätische Raumverfahren".

Koncepti satelitske geodezije

- Satelite lahko obravnavamo kot:
 - "vidne" visokoteče cilje → geometrijske metode satelitske geodezije.

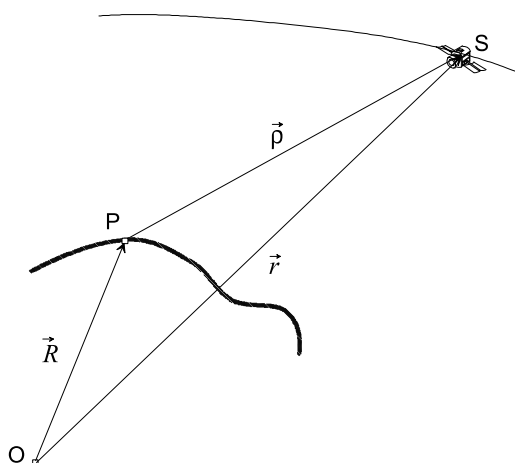


- Kot čutila v težnostnem polju Zemlje → dinamične metode sat. geodezije.



Osnovna enačba satelitske geodezije

$$\vec{r}(t) = \vec{R}(t) + \vec{\rho}(t)$$



- Za rešitev enačbe je potrebno vzpostaviti povezavo med opazovanji, podanim z vektorjem ρ ter znanimi in neznanimi parametri ki jih vsebujeta vektorja R (parametri, ki podajajo položaj opazovališča) in r (parametri, ki opisujejo položaj satelita).

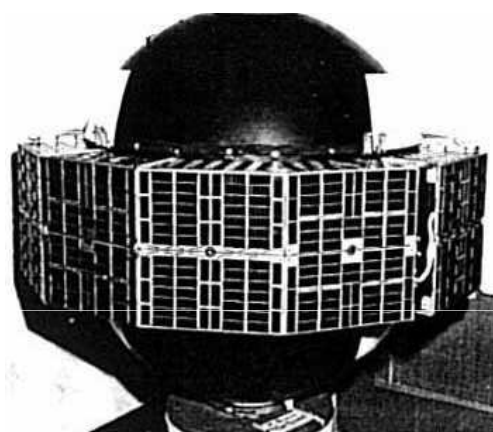
Zgodovinski pregled (1)

- Razvoj satelitske geodezije je vezan za opazovanje Lune z namenom določitve velikosti Zemlje. J.A. Euler je leta 1768 pokazal možnost uporabe opazovanj Lune za določitev parametrov meridianske elipse. Pri tem je navedel vse slabosti, ki spremljajo opazovanja Lune:
 - Luna je preveč oddaljena od Zemlje,
 - ima preveliko maso ($m_{\text{L}} = 1/81 m_{\text{Z}}$),
 - prepočasi se giblje,
 - Luna ni točkasto telo, ima faze (mene),
 - presvetla je.
- Za pravi začetek satelitske geodezije štejemo dejanski začetek razvoja vesoljske tehnike, torej izstrelitev prvega umetnega Zemljinega satelita Sputnik 1, 4.X. 1957.
- Sledil je Sputnik 2 3.IX. 1957, ter Američani s svojim prvim satelitom Explorer 1, 31.I. 1958.
- 1958 leta so bili javnosti predstavljeni prvi rezultati opazovanj gibanja prvih umetnih Zemljinih satelitov: določitev sploščenosti Zemljinega elipsoida → 1 : 298,3.

Zgodovinski pregled (2)

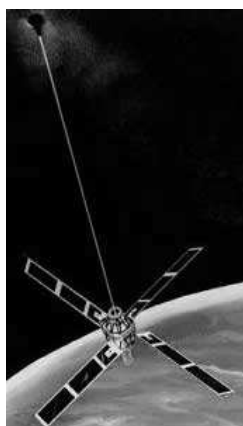
- Leta 1960 so ZDA izstrelile prvi navigacijski satelit iz sistema TRANSIT;
- že leta 1967 je omogočena tudi uporaba sistema za civilne namene.
- Leta 1978 je izstreljen prvi GPS-satelit;
- leta 1983 je sistem NAVSTAR/GPS postal odprt za civilno uporabo.
- Ruski Glonass postal odprt leta 1988.

Optična era



Doppler era

- TRANSIT sistem ZDA, TSIKADA sistem v Sovjetski zvezi.
- TRANSIT je omogočal absolutno določanje položaja z natančnostjo pribl. par metrov in relativno določanje položaja okoli 50 cm. Sateliti so leteli na višini 1100 km in so oddajali signal na frekvencah 400 MHz in 150 Mhz. Sprejemnik je omogočal sprejem signala z enega satelita ter je z opazovanjem signala na dveh frekvencah omogočal odpravo ionosferske refrakcije. Opazovanja razporejena na več dni so omogočala doseganje zgoraj omenjene natančnosti. Sistem so vedno tvorili 4 – 6 aktivnih satelitov.

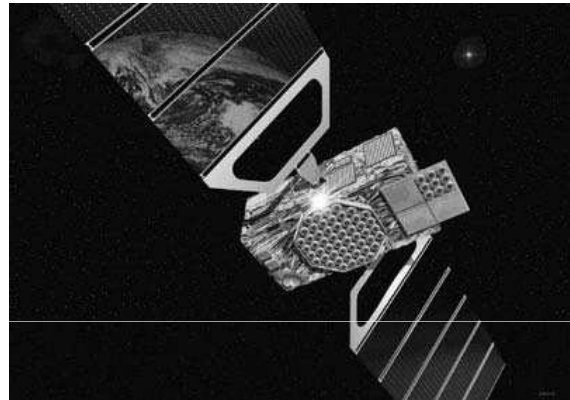


GPS, Glonass, Galileo

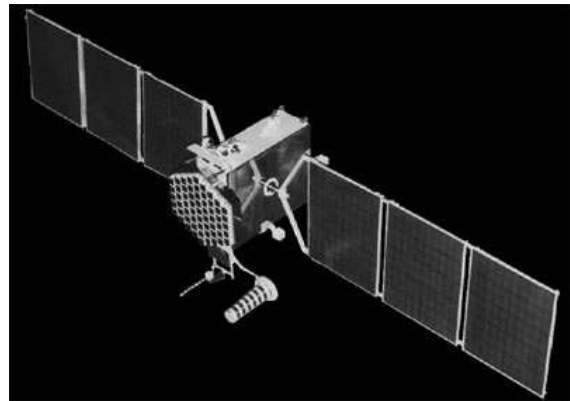
NAVSTAR GPS



Galileo

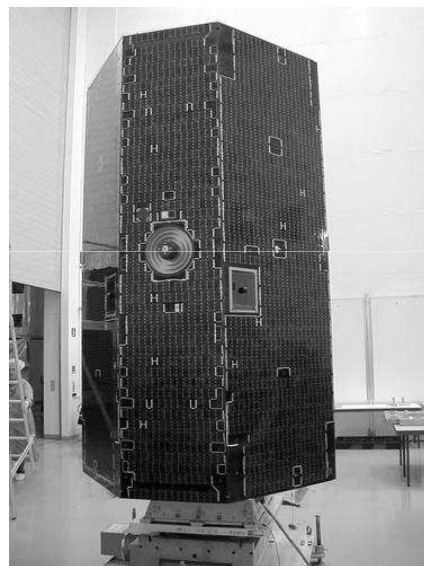
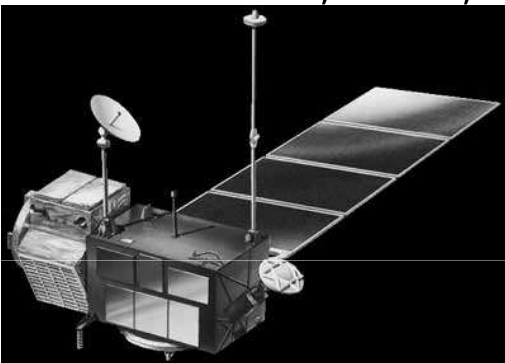


Глобальная навигационная
спутниковая система ГЛОНАСС



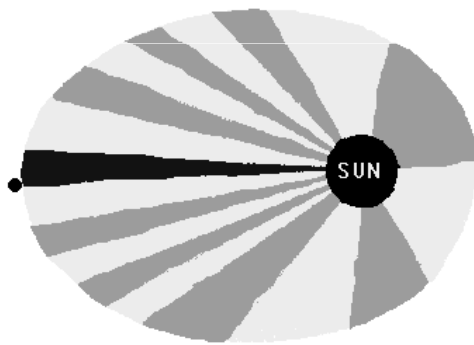
Nove satelitske misije

- Altimetrija, težnostno polje Zemlje in drugi geofizikalni parametri.
- TOPEX-Poseidon, CHAMP, GRACE.

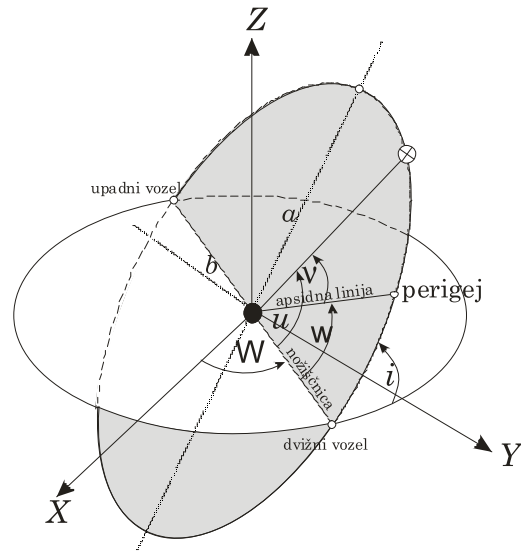


Gibanje satelitov

- Satelit se giblje skladno s Keplerjevimi zakoni. Tirnica je elipsa (ali krog). Zaradi motečih sil, tirnica ni nikoli idealna elipsa (krog). Nemoteno gibanje satelita imenujemo "Keplerjevo gibanje", tirnica → "Keplerjeva elipsa". Satelit je na tirnici določen z 6 Keplerjevimi elementi.

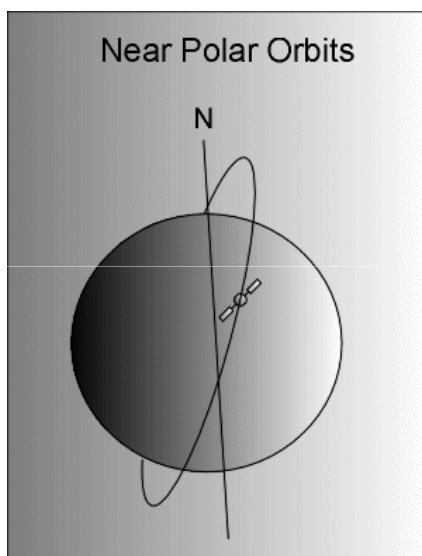


2. Keplerjev zakon

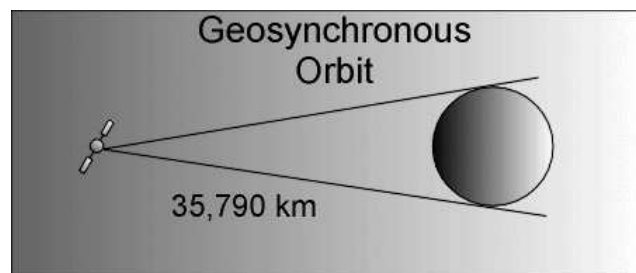


Vrste tirnic (1)

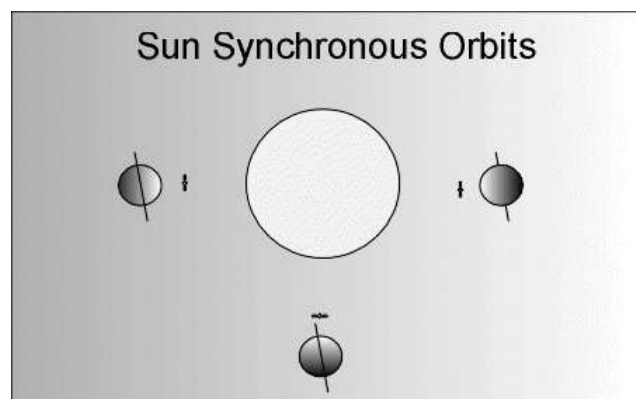
- Glede na lastnosti tirnice:



Molniya (Tundra) tirnice



geostacionarni satelit



heliosinhrona tirnica

Vrste tirnic (2)

- Glede na višino letenja:
 - LEO ("Low Earth Orbit") $h < 1500$ km
 - MEO ("Medium Earth Orbit") $h \sim 20\,000$ km
 - GEO ("Geostationary Earth Orbit") $h = 36\,000$ km
 - HEO ("High Eccentric Orbit") → Molniya (12 ur perioda), Tundra tirnice (24 ur perioda).